

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-188358
(P2000-188358A)

(43) 公開日 平成12年7月4日 (2000. 7. 4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 23/12		H 0 1 L 23/12	L 5 F 0 4 1
33/00		33/00	M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

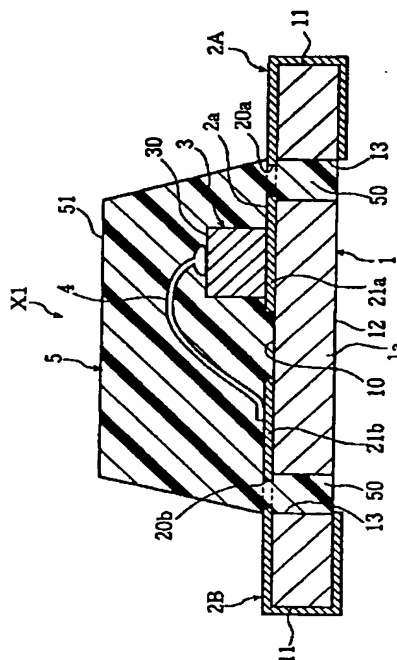
(21) 出願番号	特願平10-364397	(71) 出願人	000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地
(22) 出願日	平成10年12月22日 (1998. 12. 22)	(72) 発明者	山口 委巳 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内
		(74) 代理人	100086380 弁理士 吉田 稔 (外 2 名) Fターム(参考) 5F041 AA25 AA47 DA02 DA07 DA12 DA13 DA20 DA44 DB04 FF11

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 基板と樹脂パッケージとの間の接着性を向上させ、半導体装置の小型化に対応できるようにする。

【解決手段】 絶縁基材 1 a の表面に陰極 2 A および陽極 2 B がそれぞれ形成された基板 1 の上面側に、陰極 2 A および陽極 2 B の双方に電氣的に導通するようにして半導体チップ 3 が実装され、この半導体チップ 3 を封止するようにして樹脂パッケージ 5 が形成された半導体装置において、絶縁基材 1 a に、その厚み方向に貫通するスルーホール 1 3 を形成し、樹脂パッケージ 5 に、スルーホール 1 3 内に充填されたアンカー部 5 1 を一体形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁基材の表面に入力端子および出力端子がそれぞれ形成された基板の上面側に、上記入力端子および出力端子の双方に電氣的に導通するようにして半導体チップが実装され、この半導体チップを封止するようにして樹脂パッケージが形成された半導体装置であって、

上記絶縁基材には、その厚み方向に貫通するスルーホールが形成されており、上記樹脂パッケージには、上記スルーホール内に充填されたアンカー部が一体形成されていることを特徴とする、半導体装置。

【請求項 2】 上記入力端子および出力端子は、上記絶縁基材の上面から側面を介して下面につながっていると同時に、これらの端子の少なくとも一方における上面側の部分には、貫通孔が形成されており、かつ、この貫通孔が上記スルーホールと連通しているとともに、上記貫通孔の径が、上記スルーホールの上部開口部の径よりも小さくされている、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】 上記スルーホールは、上部開口部から下部開口部に向かうほど拡開している、請求項 1 または 2 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 4】 上記樹脂パッケージは、上記基板の上面側および下面側の双方に形成されているとともに、上面側に形成された部分と下面側に形成された部分とが上記アンカー部によってつなげられている、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 5】 上記スルーホールは、下部開口部から上部開口部に向かうほど拡開している、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 6】 上記スルーホールは、上記入力端子および出力端子のいずれもが形成されていない部分に形成されている、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 7】 上記スルーホールは、平面視において点対称あるいは線対称となるような位置関係に複数個形成されている、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、面実装型の半導体装置に関し、とくに携帯電話などの小型の電子機器において、プッシュボタンのバックライトなどとして使用される発光ダイオードに好適に採用できる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオードとして構成された半導体装置の一例を図 18 に示す。この種の発光ダイオード Y は、長矩形状の絶縁基材 1 a の表面に、出力端子としての陰極 2 A と入力端子としての陽極 2 B とがそれぞれ形成された基板 1 を有している。陰極 2 A および陽極 2 B

は、それぞれ絶縁基材 1 a の上面 10 から側面 11 を介して下面 12 につながり、互いに電氣的に分離するように形成されている。これらの電極 2 A、2 B は、たとえば絶縁基材 1 a の表面に金属の導体層を形成した後に、これにエッチング処理を施し、さらに金メッキなどの金属メッキを施すなどして形成されている。陰極 2 A における上面側の部分（陰極上面部）2 a には LED チップ 3 がグランド接続されており、この LED チップ 3 の上面 30 と陽極 2 B における上面側の部分（陽極上面部）2 b との間が金線などのワイヤ 4 を介して電氣的に接続されている。そして、基板 1 の上面側の部分においては、LED チップ 3 およびワイヤ 4 を封止するようにしてエポキシ樹脂などによって樹脂パッケージ 5 が形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、陰極 2 A および陽極 2 B が金属によって形成されていることから、これらの電極 2 A、2 B とエポキシ樹脂などによって形成された樹脂パッケージ 5 との接着力が小さい。このため、基板 1 に対する樹脂パッケージ 5 の接着力は、実質的には絶縁基材 1 a が露出した部分（陰極上面部 2 a および陽極上面部 2 b が形成されていない部分）の面積に依存することとなる。

【0004】近年においては、発光ダイオード Y に限らず、半導体装置の小型化が益々進行しており、発光ダイオード Y においては、その平面視サイズが 1.6 × 0.8 mm あるいは 1.0 × 0.5 mm といった極めて小さいサイズのものが製品化されている。このサイズの発光ダイオード Y では、基板 1 における上記した露出部分の面積を大きく確保するのが困難であるため、樹脂パッケージ 5 と基板 1 との間の接着性を良好に確保することができない。このため、発光ダイオード Y を使用している段階において、基板 1 から樹脂パッケージ 5 が剥がれて LED チップ 3 が露出してしまい、また樹脂パッケージ 5 が剥がれる際にワイヤ 4 が断線してしまうといった問題が生じる。このような樹脂パッケージ 5 の剥離やワイヤ 4 の断線は、発光ダイオード Y 以外の半導体装置についても同様に生じ得る。

【0005】本願発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、基板と樹脂パッケージとの間の接着性を向上させ、半導体装置の小型化に対応できるようにすることをその課題としている。

【0006】

【発明の開示】上記の課題を解決するため、本願発明では、次の技術的手段を講じている。

【0007】すなわち、本願発明により提供される半導体装置は、絶縁基材の表面に入力端子および出力端子がそれぞれ形成された基板の上面側に、上記入力端子および出力端子の双方に電氣的に導通するようにして半導体チップが実装され、この半導体チップを封止するよう

して樹脂パッケージが形成された半導体装置であって、上記絶縁基材には、その厚み方向に貫通するスルーホールが形成されており、上記樹脂パッケージには、上記スルーホール内に充填されたアンカー部が一体形成されていることを特徴としている。なお、半導体装置としては、発光ダイオード、レーザーダイオードあるいはトランジスタなどが挙げられるが、その他の半導体装置についても本願発明を適用できる。

【0008】上記構成では、絶縁基材に形成されたスルーホール内に、樹脂パッケージの一部であるアンカー部が充填形成されている。このようなアンカー部を樹脂パッケージに形成すれば、そのアンカー効果によって、基板に対して強固に樹脂パッケージが接着されることとなる。したがって、たとえ半導体装置が小型化して、樹脂パッケージと基板との間において有効に接着面積を確保することができず、また絶縁基材が露出した部分の面積を有効に確保することができなかったとしても、樹脂パッケージにアンカー部を設けた本願発明では、基板から樹脂パッケージが剥がれてしまうといった不具合を適切に回避することができるようになる。

【0009】また、樹脂パッケージのアンカー部は、樹脂パッケージを金型成形する際に、スルーホール内に樹脂を充填することによって、従来より形成されていた樹脂パッケージ部分（アンカー部を除いた部分）と同時に形成することができる。このため、アンカー部を有する樹脂パッケージを形成するにあたって、新たな金型を別途準備する必要はなく、従来より用いられている金型を使用することができるといった利点が得られる。

【0010】好ましい実施の形態においては、上記入力端子および出力端子は、上記絶縁基材の上面から側面を介して下面につながっていると同時に、これらの端子の少なくとも一方における上面側の部分には、貫通孔が形成されており、かつ、この貫通孔が上記スルーホールと連通していると同時に、上記貫通孔の径が、上記スルーホールの上部開口部の径よりも小さくなされている。

【0011】上記構成では、少なくとも一方の端子の上面側の部分に、スルーホールに連通するようにして貫通孔が形成されており、この貫通孔の径がスルーホールの上部開口部の径よりも小さくなされている。そして、スルーホール内には樹脂が充填され、樹脂パッケージのアンカー部が形成されるのは上述の通りである。したがって、樹脂パッケージにおける基板の上面側に形成された部分とアンカー部との境界部の径（貫通孔の径）は、アンカー部の径よりも小さくなされており、アンカー部が基板から抜けにくくなされている。これによっても、基板から樹脂パッケージが剥がれてしまうことが適切に回避されている。

【0012】好ましい実施の形態においてはさらに、上記スルーホールは、上部開口部から下部開口部に向かうほど拡開している。

【0013】上記構成においては、スルーホールが上部開口部から下部開口部に向かうほど拡開しており、スルーホール内に形成されるアンカー部は上部（基端部）に向かうほど径が小さくなるようになされている。すなわち、先に説明した構成と同様に、アンカー部がスルーホールから抜けにくくなされ、基板からの樹脂パッケージの剥離が適切に回避される。

【0014】また、上記樹脂パッケージを、上記基板の上面側および下面側の双方に形成し、上面側に形成された部分と下面側に形成された部分とが上記アンカー部によってつながれた構成としてもよい。このような構成においても、基板の下面側に形成された樹脂部分の存在によってアンカー部が抜けにくくなされており、これによって樹脂パッケージの剥離が適切に回避される。

【0015】好ましい実施の形態においてはまた、上記スルーホールは、下部開口部から上部開口部に向かうほど拡開している。

【0016】上記半導体装置では、基板の上面側に半導体チップが実装され、同じく基板の上面側に樹脂パッケージが形成される。このため、金型成形において樹脂パッケージを形成する際には、スルーホール内へは通常上部開口部側から樹脂が注入されることになる。したがって、上部開口部側の径が大きくなされている場合には、スルーホールへの樹脂の注入が容易かつ確実に行われるといった利点が得られる。

【0017】好ましい実施の形態においてはまた、上記スルーホールは、上記入力端子および出力端子のいずれもが形成されていない部分に形成されている。

【0018】このような構成においては、スルーホールを形成することによって入力端子や出力端子に貫通孔を形成する必要はなく、貫通孔を形成することによって各端子の面積が狭小化してしまうこともない。半導体装置が小型化すれば、入力端子や出力端子の面積を大きく確保するのが困難となってくるため、各端子に貫通孔を形成する必要性を回避して、端子面積の狭小化を阻止することは有用である。

【0019】好ましい実施の形態においてはさらに、上記スルーホールは、平面視において点対称あるいは線対称となるような位置関係に複数個形成されている。

【0020】この構成では、平面視において点対称あるいは線対称となるような位置関係にスルーホールが複数個形成されていることから、アンカー部もまた平面視において点対称あるいは線対称となるような位置関係に複数形成されることになる。樹脂パッケージにおけるアンカー部が形成された部分の周りは、他の部分に比べて基板に対して比較的強固に接着されることから、アンカー部を対称的な配置とすれば、樹脂パッケージが基板に対して部分的に強固に接着されることなく、全体的にバランス良く接着されることとなる。

【0021】本願発明のその他の特徴および利点は、添

付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の好ましい実施の形態を、図面を参照して具体的に説明する。図1は、本願発明の第1の実施形態に係る発光ダイオードの一例を表す全体斜視図、図2は、図1のII-I線に沿う断面図である。なお、これらの図においては、従来の発光ダイオードYを説明するために参照した図面に表されていた部材および要素などと同等なものには同一の符号を付してある。

【0023】図1および図2に示した発光ダイオードX1は、たとえば携帯電話などの小型の電子機器において、ブッシュボタン用のバックライトなどとして使用されるものである。この種の発光ダイオードX1は、基板1、LEDチップ3、および樹脂パッケージ5を備えて構成されている。

【0024】基板1は、絶縁性および耐熱性に優れる、たとえばBTレジンなどのポリイミド樹脂やガラス布などによって全体として長矩形状に形成された絶縁基材1aの表面に、出力端子としての陰極2Aおよび入力端子としての陽極2Bが形成された構成とされている。

【0025】絶縁基材1aには、平面視における対称な位置関係に、2つのスルーホール13、13が形成されている。これらのスルーホール13、13は、たとえばレーザ、ドリルあるいはウォータージェットなどを利用して形成されている。

【0026】陰極2Aおよび陽極2Bは、絶縁基材1aの端部を包み込むようにして、絶縁基材1aの上面10から側面11を介して下面12まで一連にそれぞれ形成されている。陰極2Aにおける基板1の上面側の部分（陰極上面部）2aには、陽極2B側に向かって延びるダイボンディング領域21aが形成されており、このダイボンディング領域21aに、銀ペーストなどを介してLEDチップ3がグランド接続されている。一方、陽極2Bにおける基板1の上面側の部分（陽極上面部）2bには、陰極2A側に向かって延びるワイヤボンディング領域21bが形成されており、このワイヤボンディング領域21bとLEDチップ3の上面30との間が金線などのワイヤ4を介して電氣的に接続されている。

【0027】また、図2に良く表れているように、ダイボンディング領域21aおよびワイヤボンディング領域21bの基端部ないしその近傍には、絶縁基材1aに形成された各スルーホール13に対応して、当該スルーホール13よりも小径の貫通孔20a、20bがそれぞれ形成されている。すなわち、各貫通孔20a（20b）とこれに対応するスルーホール13とは互いに連通し、各スルーホールの上部開口面の一部が陰極上面部2a（陽極上面部2b）によって覆われた恰好とされている。

【0028】なお、上記したような各電極2A、2Bは、絶縁基材1aの表面に銅やニッケルなどの金属導体層を形成した後に、これをエッチング処理することによって互いに分離して形成されている。そして、エッチング処理の際に、各貫通孔20a、20bも同時に形成される。通常、各電極2A、2Bの表面には、電解メッキなどの手法によってニッケルメッキや金メッキなどの金属メッキが施され、これによって酸化しにくくワイヤ4との接続力の大きなボンディング仕様の電極とされる。

【0029】樹脂パッケージ5は、基板1の上面側に形成された樹脂パッケージ本体部51と、絶縁基材1aのスルーホール13内に充填形成されたアンカー部50と、を有している。樹脂パッケージ本体部51は、その内部にLEDチップ3およびワイヤ4を封入するようにして基板1の長手方向の中央部に集中して設けられており、各電極2A、2Bにおける基板1を包み込んでいる部分が露出するようになされている。このような樹脂パッケージ5は、エポキシ樹脂など熱硬化性樹脂を材料とし、これを溶融状態で金型内に注入する、いわゆるトランスファーモールド法などによって形成されている。このとき、絶縁基材1aのスルーホール13、13内にも樹脂が充填されて、樹脂パッケージ本体部51とともにアンカー部50、50も同時に形成される。

【0030】上記発光ダイオードX1では、絶縁基材1aに形成されたスルーホール13内に、樹脂パッケージの一部であるアンカー部50が充填形成されている。このようなアンカー部50を樹脂パッケージ5に形成すれば、そのアンカー効果によって、基板1に対して強固に樹脂パッケージ5が接着されることとなる。したがって、たとえ発光ダイオードX1が小型化して、樹脂パッケージ5と基板1との間において有効に接着面積を確保することができず、また絶縁基材1aが露出した部分の面積を有効に確保することができなかったとしても、樹脂パッケージ5にアンカー部51を設けた本実施形態では、基板1から樹脂パッケージ5が剥がれてしまうといった不具合を適切に回避することができるようになる。

【0031】次に、上記した発光ダイオードX1の製造方法を、図3ないし図7を参照して説明する。なお、図3は、発光ダイオードを製造するために使用するマザー基板の要部を表す斜視図、図4は、図3のIV-IV線に沿う断面図、図5は、図4のマザー基板にLEDチップを実装し、さらにワイヤボンディングを行った状態を表す要部斜視図、図6は、図5の状態のマザー基板の上面側に、樹脂パッケージングを施した状態を表す要部斜視図、図7は、図6のVII-VII線に沿う断面図である。

【0032】上記マザー基板1Aは、たとえばBTレジンなどのポリイミド樹脂やガラス布によって全体として平板状とされた基材1bに、金属導体部2が形成された構成とされている。基材1bには、図3に示したように同方向に平行に延びる複数のスリット14が、一定間隔

【0035】次いで、LEDチップ3およびワイヤ4を封止するようにしてマザー基板1Aの上面側に、トランスファーマールド法などの金型成形によって、上記した発光ダイオードX1において樹脂パッケージ5となるべき樹脂部5Aを形成して図6および図7に示したような状態とする。本実施形態においては、マザー基板1Aにおいて隣合うスリット14、14によって挟まれる部分に、スリット14の延びる方向に連続して複数のLEDチップ3が実装されていることから、これらのLEDチップ3に一括して樹脂パッケージ5が形成された恰好とされている。そして、基材1bに形成された各スルーホール13が、金属導体部2に形成された適宜の貫通孔2

【0042】本実施形態の発光ダイオードX5の基本的な構成も、上述した第1の実施形態の発光ダイオードX1と略同様であるが、絶縁基材1aに形成されたスルー

ホール13aが異径状とされている点において異なっている。本実施形態では、スルーホール13aの形状が、上部開口部側から下部開口部側に向かうほど径が大きくなるような形状、すなわち下方に向かうほど拡開するような形状とされている。これとともに、スルーホール13aに充填された樹脂によって構成されるアンカー部50aの形状も、下方に向かうほど径が大きくなるような形状とされている。この構成では、アンカー部50aの基端部側のほうが径が小さくなっていることから、アンカー部50aがスルーホール13aから抜けにくくなっており、結局、樹脂パッケージ5が剥がれにくくなされている。なお、陰極2Aおよび陽極2Bに形成された貫通孔20a、20bの径は、図11に示したようにスルーホール13aの上部開口の径と同等としてもよいし、当該上部開口部の径よりも小さくしてもよい。

【0043】もちろん、図12に示した発光ダイオードX6のように、スルーホール13bの形状を、下部開口部側から上部開口部側に向かうほど径が大きくなるような形状、すなわち上方に向かうほど拡開するような形状としてもよい。これに応じて、樹脂パッケージ5のアンカー部50bの形状は、先細状とされる。

【0044】樹脂パッケージ5を形成する際には、基板1を上下の金型内に収容した状態で型締めし、金型内に溶融樹脂などを注入することによって行われる。そして、基板1の上面側に樹脂パッケージ5を形成する場合には、通常、基板1の上面側から金型内に樹脂を注入することによって行われる。このため、スルーホール13bの上部開口側の径が大きく確保されていれば、スルーホール13b内に樹脂を充填しやすいといった利点がある。

【0045】また、図9や図10に示した発光ダイオードX3、X4のように、基板の下面側にも樹脂をパッケージングする構成において、スルーホールの形状を上方に向かうほど拡開するような形状とすることもできる。

【0046】基板の上面および下面のそれぞれに一括して樹脂をパッケージングする場合には、基板の上面側および下面側の双方に空間が形成されるようにして金型内に基板を収容し、この状態で金型内に樹脂を注入することによって行われる。基板には、上下に貫通するスルーホールおよび貫通孔が形成されていることから、基板を金型内に収容した状態では、基板の上方側の空間と下方側の空間とがスルーホールおよび貫通孔を介して連通している。したがって、樹脂が充填されやすくなされたスルーホールを有する基板では、基板の上方側の空間から下方側の空間に、樹脂が流れ込みやすいといった利点がある。

【0047】次に、本願発明の第4の実施形態に係る発光ダイオードを図13を参照しつつ簡単に説明する。

【0048】本実施形態の発光ダイオードX7は、今までに説明した発光ダイオードX1～X6のように、基板

1の長手方向の両端部がはみ出すようにして樹脂パッケージ5が形成された構成でなく、樹脂パッケージ5の平面視面積と基板1の平面視面積が同等とされている。このような構成においても、本願発明の技術思想を適用することができる。

【0049】また、図14および図15に示したように、図13の発光ダイオードX7において、基板1にハンダ付け用の凹部14を設けた構成の発光ダイオードX8も本願発明の適用範囲である。

【0050】もちろん、基板1の平面視面積が、樹脂パッケージ5のそれよりも大きくなされ、基板1の長手方向の両端部がはみ出した構成の発光ダイオードX1～X6において、基板1のはみ出した部分にハンダ付け用の凹部を設けた構成を採用することもできる。

【0051】また、スルーホールやアンカー部は、絶縁基材における陰極や陽極が形成されていない部分に形成してもよい。たとえば、図16に示した発光ダイオードX9のように、絶縁基材1aの側端から臨むようにして半円柱状のスルーホール13cを形成し、このスルーホール13c内に半円柱状アンカー部50cを形成した構成としてもよい。もちろん、スルーホールは、必ずしも絶縁基材の側端から臨むようにして形成する必要はなく、絶縁基材1aの中央部よりの部位に設けても良い。

【0052】さらに、上述した各実施形態においては、1つのLEDチップ3を有する発光ダイオードX1～9について説明したが、図17に示した発光ダイオードX10のように、2つのLEDチップ3、3を有するものについても、また3つ以上のLEDチップを有する発光ダイオードについても本願発明を適用できる。

【0053】その他、上述した各実施形態においては、発光ダイオードX1～X10として構成された半導体装置について説明したが、本願発明の技術思想は、発光ダイオード以外の半導体装置、たとえばレーザーダイオードやトランジスタにも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の第1の実施形態に係る発光ダイオードを表す全体斜視図である。

【図2】図1のII-II線に沿う断面図である。

【図3】図1および図2に示した発光ダイオードを製造するために使用するマザー基板の要部を表す斜視図である。

【図4】図3のIV-IV線に沿う断面図である。

【図5】図4のマザー基板にLEDチップを実装し、さらにワイヤボンディングを行った状態を表す要部斜視図である。

【図6】図5の状態のマザー基板の上面側に、樹脂パッケージングを施した状態を表す要部斜視図である。

【図7】図6のVII-VII線に沿う断面図である。

【図8】図1の発光ダイオードの変形例を表す縦断面図である。

12

＊【符号の説明】

X1～X10 発光ダイオード（半導体装置としての）

1 基板

1 a 絶縁基材

10 上面（絶縁基材の）

1.1 側面（絶縁基材の）

12 下面（絶縁基材の）

13, 13a~13c ㄴ

2 A 陰極（出力端子として基板に形成された）

2 a 陰極上面部（陰極の）

* ①)

20a, 20A 貫通孔 (隆

2 B 陽極（入力端子として基板に形成さ

2 b 陽極上面部（陽極の）

20b, 20B 貫通孔 (陽)

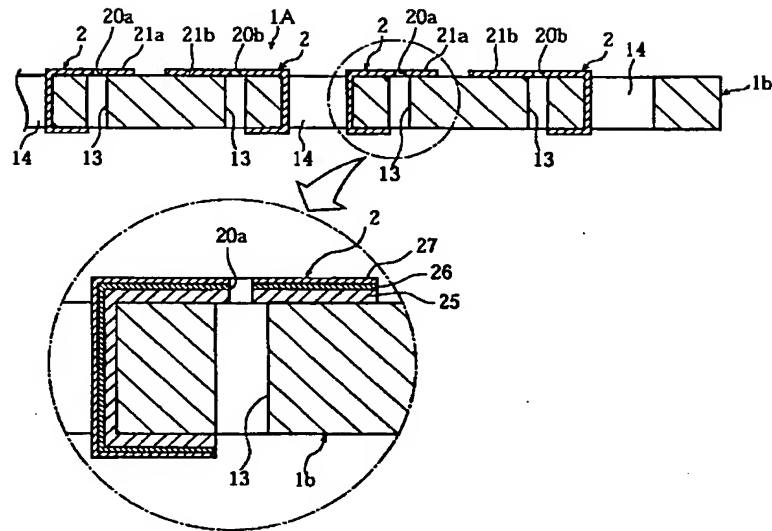
3 LEDチップ（半導体チップとしての）

4 ワイヤ

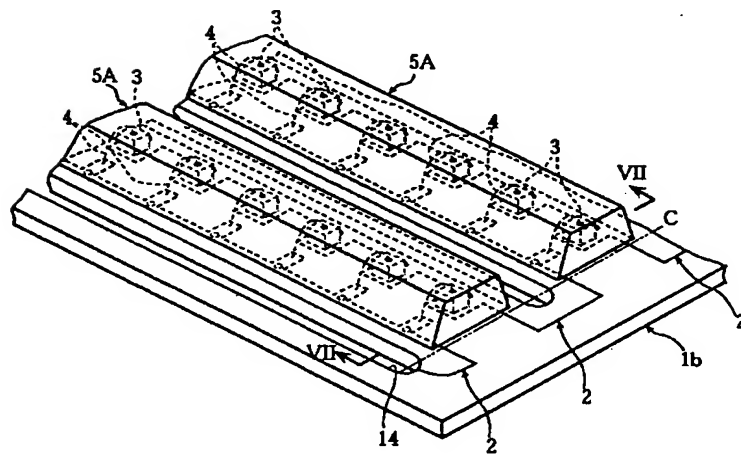
5. 5 B 樹脂パッケージ

50, 50 a, 50 b アンカー部（樹脂パッケージの）

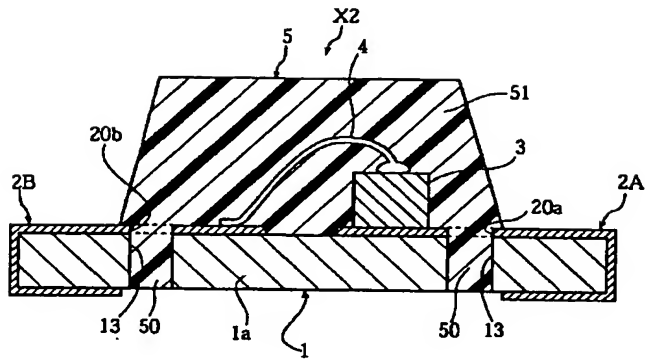
【図4】



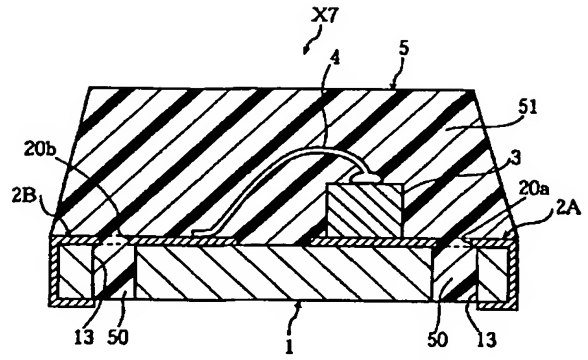
【図6】



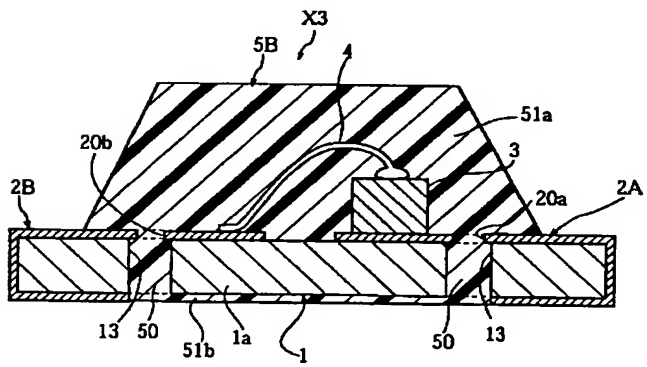
【図 8】



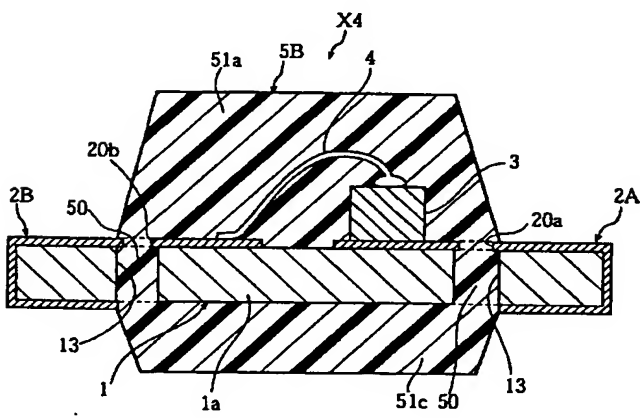
【図 13】



【図 9】

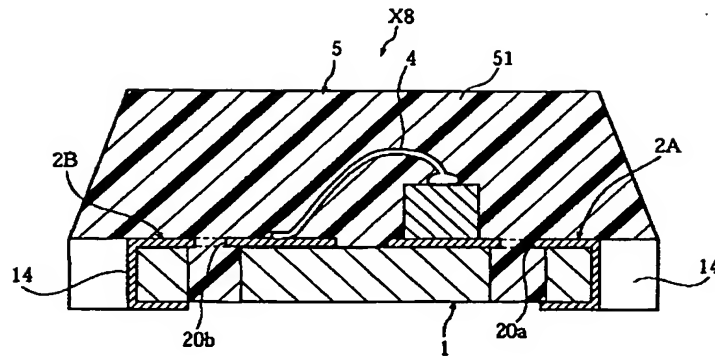


【図 10】

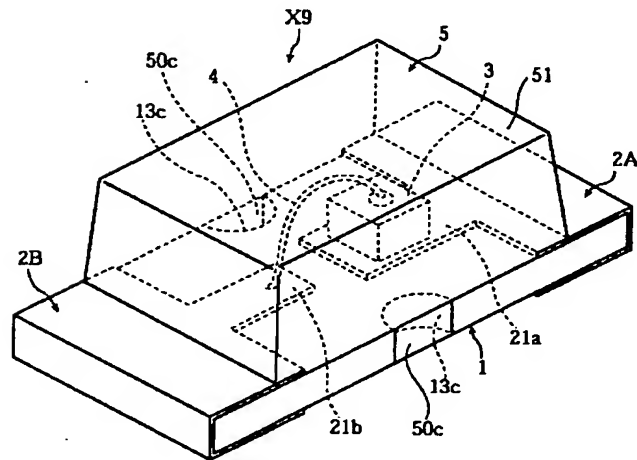


[illegible]

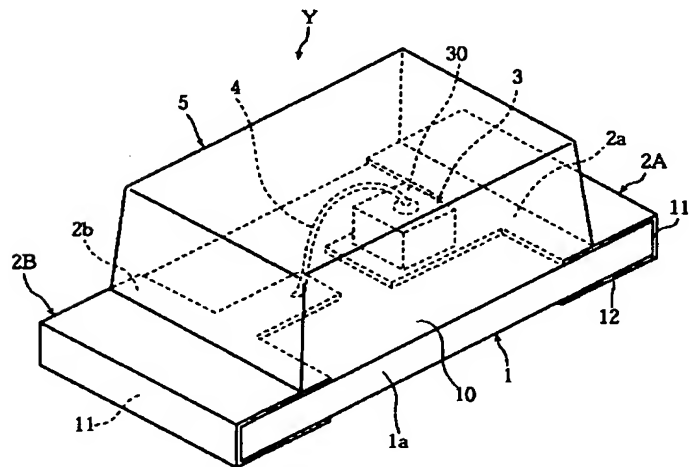
【図15】



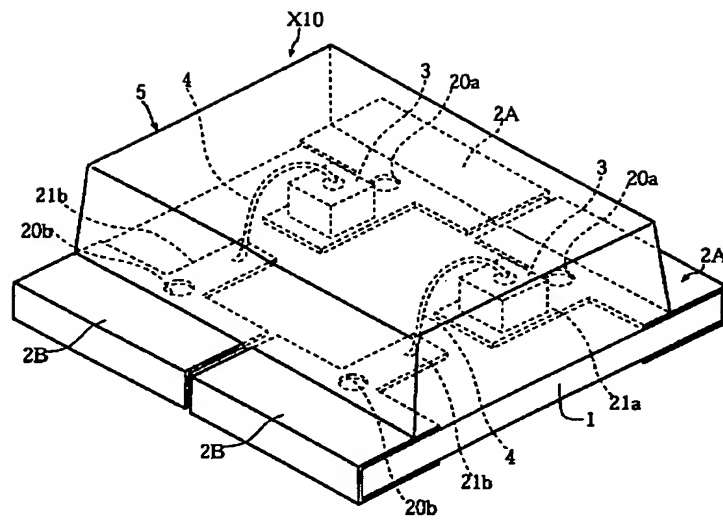
【図16】



【図18】



【图 17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.